

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01V 1/00

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99812937.2

[43] 公开日 2001 年 12 月 5 日

[11] 公开号 CN 1325493A

[22] 申请日 1999.10.21 [21] 申请号 99812937.2

[30] 优先权

[32] 1998.11.3 [33] GB [31] 9823944.5

[32] 1998.11.3 [33] GB [31] 9823941.1

[86] 国际申请 PCT/IB99/01724 1999.10.21

[87] 国际公布 WO00/26694 英 2000.5.11

[85] 进入国家阶段日期 2001.4.30

[71] 申请人 施鲁博格控股有限公司

地址 英属维尔京群岛托尔托拉

[72] 发明人 雅克·约瑟夫·亨利·欧班

克杰尔·哈特兰德

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

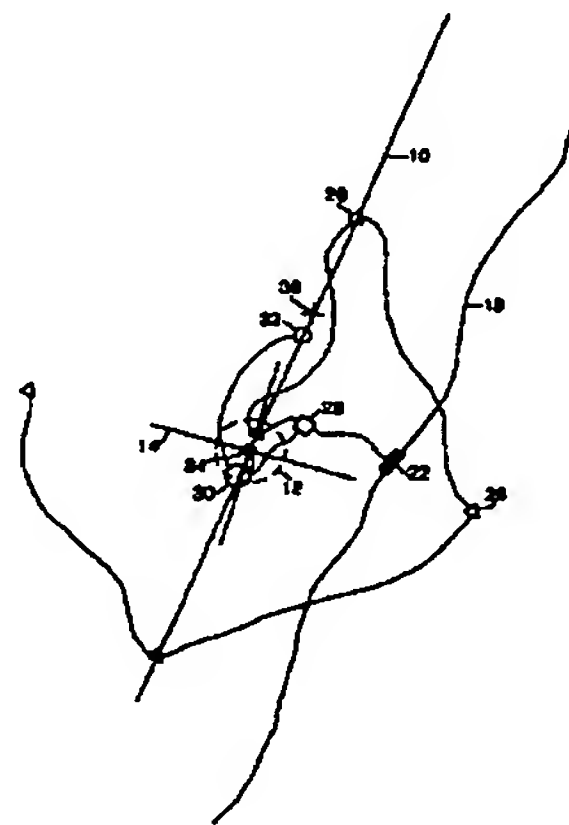
代理人 付建军

权利要求书 9 页 说明书 22 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 地震数据采集方法与装置

[57] 摘要

适用于在一个陆地环境或者在一个过渡区域环境下,采集地震数据的一个方法,包括:将一个位置标识符(34)放置在一个特定的位置,将一个地震传感器放置在靠近这个位置标识符(34)附近的一个位置,使用一个地震数据电缆读取这个位置标识符(34),使用这个电缆记录这个地震传感器(26)所采集的地震数据,和根据所测量的这个位置标识符(34)的位置坐标,将传感器位置坐标分配到这个地震数据。本发明也包括一个装置,适用于在一个陆地或者过渡区域的环境下进行地震数据的采集,这个装置包括:一个位置标识符(34),可以被放置在这个位置标识符附近的一个位置的一个地震传感器(26),一个地震数据电缆,用于使用这个地震数据电缆读取这个位置标识符的装置,用于使用这个地震数据电缆记录这个地震传感器(26)所采集的地震数据的装置,和用于根据所测量的这个位置标识符的位置坐标,将传感器位置坐标分配到这个地震数据的装置。



THIS PAGE BLANK (USPTO)

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

G01V 1/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99812937.2

[43]公开日 2001 年 12 月 5 日

[11]公开号 CN 1325493A

[22]申请日 1999.10.21 [21]申请号 99812937.2

[30]优先权

[32]1998.11.3 [33]GB [31]9823944.5

[32]1998.11.3 [33]GB [31]9823941.1

[86]国际申请 PCT/IB99/01724 1999.10.21

[87]国际公布 W000/26694 英 2000.5.11

[85]进入国家阶段日期 2001.4.30

[71]申请人 施鲁博格控股有限公司

地址 英属维尔京群岛托尔托拉

[72]发明人 雅克·约瑟夫·亨利·欧班

克杰尔·哈特兰德

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

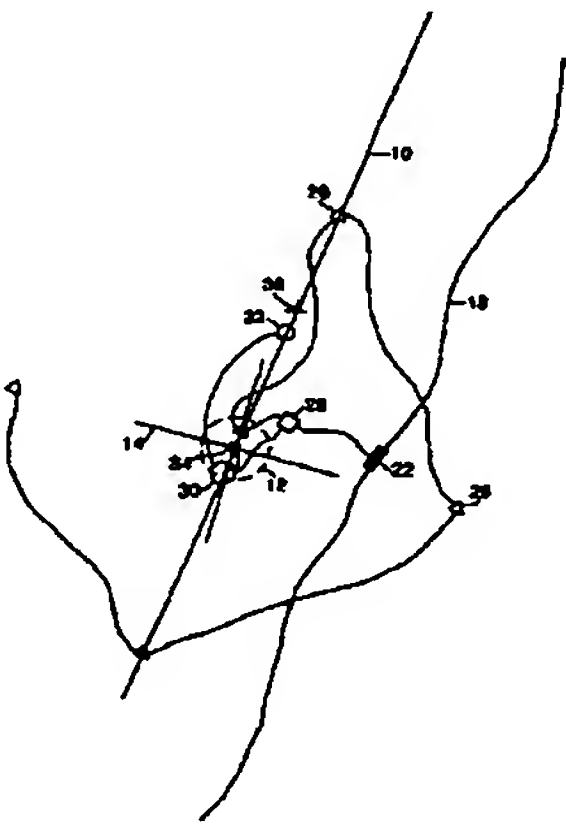
代理人 付建军

权利要求书 9 页 说明书 22 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 地震数据采集方法与装置

[57]摘要

适用于在一个陆地环境或者在一个过渡区域环境下,采集地震数据的一个方法,包括:将一个位置标识符(34)放置在一个特定的位置,将一个地震传感器放置在靠近这个位置标识符(34)附近的一个位置,使用一个地震数据电缆读取这个位置标识符(34),使用这个电缆记录这个地震传感器(26)所采集的地震数据,和根据所测量的这个位置标识符(34)的位置坐标,将传感器位置坐标分配到这个地震数据。本发明也包括一个装置,适用于在一个陆地或者过渡区域的环境下进行地震数据的采集,这个装置包括:一个位置标识符(34),可以被放置在这个位置标识符附近的一个位置的一个地震传感器(26),一个地震数据电缆,用于使用这个地震数据电缆读取这个位置标识符的装置,用于使用这个地震数据电缆记录这个地震传感器(26)所采集的地震数据的装置,和用于根据所测量的这个位置标识符的位置坐标,将传感器位置坐标分配到这个地震数据的装置。



知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

# 权 利 要 求 书

---

1. 适用于在一个陆地环境或者在一个过渡区域环境下，采集地震数据的一个方法，所述方法包括步骤：

将一个位置标识符放置在一个特定的位置；

将一个地震传感器放置在靠近所述位置标识符附近的一个位置；

使用一个地震数据电缆读取所述位置标识符；

使用所述电缆记录所述地震传感器所采集的地震数据； 和

根据所测量的所述位置标识符的位置坐标，将传感器位置坐标分配到所述地震数据。

2. 如权利要求 1 的一个方法，进一步包括步骤：开发包括规划地震台位置的一个规划地震传感器布局方案，所述位置标识符被放置在靠近所述规划地震台位置中一个的一个位置。

3. 如权利要求 1 或者 2 的一个方法，其中所述地震传感器所采集的所述地震数据被记录，并且所述位置标识符被使用在所述地震数据电缆上的一个公共电缆抽头连接器所读取。

4. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述地震传感器是被放置在靠近所述位置标识符的位置的多个地震传感器中的一个。

5. 如权利要求 4 的一个方法，其中所述多个地震传感器形成一单个地震检波器串。

6. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述位置标识符被使用电子的，光学的，或者磁的装置来读取。

7. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述位置标识符可以被使用连接到靠近所述位置标识符的所述地震数据电缆上的一个设备进行远程读取。

8. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述读取所述位置标识符的所述步骤发生在记录地震数据的所述步骤以前。

9. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述地震数据电缆具有多个采集信道，并且所述位置标识符被用于确定在地震传感器

放置期间，一个特定的所述采集信道是否被跳过。

10. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述位置标识符具有一个标记值。

11. 如权利要求 10 的一个方法，进一步包括步骤：产生将所测量的位置标识符位置坐标与标记值进行匹配的一个搜寻表。

12. 如权利要求 11 的一个方法，其中所述位置标识符包括电阻和/或者电容，并且所述标记值包括电阻和/或者电容值。

13. 如权利要求 12 的一个方法，其中所述电阻和/或者电容值被使用传统的地震检波器阻抗测试设备读取。

14. 如前面权利要求 1 到 9 中任何一个的一个方法，其中所述位置标识符位置坐标被保存在所述位置标识符内的一个存储器内部。

15. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中所述位置标识符位置坐标被使用基于陆地的测量设备来进行测量。

16. 如前面权利要求 1 到 14 中任何一个的一个方法，其中所述标识符位置坐标被使用基于卫星的全球定位系统设备来进行测量。

17. 如权利要求 14 的一个方法，其中所述标识符位置坐标被连接到所述位置标识符的一个基于卫星的全球定位系统单元保存在所述存储器内部。

18. 如前面权利要求中任何一个的一个方法，其中使用在所述位置标识符与所述地震传感器之间的一个测量距离来计算所述传感器位置坐标。

19. 如权利要求 18 的一个方法，其中在所述位置标识符与所述地震传感器之间的所述距离是使用利用一个空气传播的声波信号的声波发送与接收设备来进行测量的。

20. 如权利要求 19 的一个方法，其中使用一个声波三角测量方法来计算所述传感器位置坐标。

21. 一个装置，适用于在一个陆地或者过渡区域的环境下进行地震数据的采集，所述装置包括：

一个位置标识符；



一个地震传感器，可以被放置在所述位置标识符附近的一个位置；  
一个地震数据电缆；

装置，用于使用所述地震数据电缆读取所述位置标识符；

装置，用于使用所述地震数据电缆记录所述地震传感器所采集的地震数据；和

装置，用于根据所测量的所述位置标识符的位置坐标，将传感器位置坐标分配到所述地震数据。

22. 如权利要求 21 的一个装置，其中记录所述地震传感器所采集的地震数据的所述装置，和用于读取所述位置标识符的所述装置使用在所述地震数据电缆上的一个公共电缆抽头连接器。

23. 如权利要求 21 或者 22 的一个装置，其中所述地震传感器是被放置在靠近所述位置标识符的位置的多个地震传感器中的一个。

24. 如权利要求 23 的一个装置，其中所述多个地震传感器形成单个地震检波器串。

25. 如权利要求 21 到 24 中任何一个的一个装置，其中用于读取所述位置标识符的所述装置使用电子的，光学的，或者磁的装置。

26. 如权利要求 21 到 25 中任何一个的一个装置，其中用于读取所述位置标识符的所述装置包括连接到靠近所述位置标识符的所述地震数据电缆上、可以进行远程读取的一个设备。

27. 如权利要求 21 到 26 中任何一个的一个装置，其中所述地震数据电缆具有多个采集信道，并且用于读取所述位置标识符的所述装置被用于确定在地震传感器放置期间，一个特定的所述采集信道是否被跳过。

28. 如权利要求 21 到 27 中任何一个的一个装置，其中所述位置标识符具有一个标记值。

29. 如权利要求 28 的一个装置，进一步包括用于将所测量的位置标识符位置坐标与标记值进行匹配的一个搜寻表。

30. 如权利要求 29 的一个装置，其中所述位置标识符包括电阻和/或者电容，并且所述标记值包括电阻和/或者电容值。

31. 如权利要求 30 的一个装置，其中用于读取所述位置标识符的所述装置包括能够读取所述电阻和/或者电容值的传统的地震检波器阻抗测试设备。

32. 如权利要求 21 到 27 中任何一个的一个装置，其中所述位置标识符进一步包括一个集成存储器。

33. 如权利要求 21 到 32 中任何一个的一个装置，其中所述位置标识符位置坐标被使用基于陆地的测量设备来进行测量。

34. 如权利要求 21 到 32 中任何一个的一个装置，其中所述位置标识符位置坐标被使用基于卫星的全球定位系统设备来进行测量。

35. 如权利要求 32 的一个装置，其中所述位置标识符进一步包括能够将所述位置标识符位置坐标保存在所述存储器中的一个已经被连接的、基于卫星的全球定位系统单元。

36. 如权利要求 21 到 35 中任何一个的一个装置，进一步包括装置，用于测量在所述位置标识符与所述地震传感器之间的一个距离。

37. 如权利要求 36 的一个装置，其中用于测量在所述位置标识符与所述地震传感器之间的一个距离的所述装置包括利用一个空气传播的声波信号的声波发送与接收设备。

38. 如权利要求 37 的一个装置，其中用于测量在所述位置标识符与所述地震传感器之间的一个距离的所述装置使用一个声波三角测量方法。

39. 如权利要求 36 到 38 中任何一个的一个装置，其中用于测量在所述位置标识符与所述地震传感器之间的一个距离的所述装置包括连接到所述地震传感器上的一个声波接收器。

40. 如权利要求 36 到 39 中任何一个的一个装置，其中用于测量在所述位置标识符与所述地震传感器之间的一个距离的所述装置包括一对声波信号发送器，并且这对声波信号发送器中的至少一个被连接到一个声波接收器。

41. 一个装置，适用于在一个陆地或者过渡区域的环境下进行地震数据的采集，所述装置包括：

一个定位设备;

一个地震传感器, 可以被放置在所述定位设备附近的一个位置;  
和

装置, 用于使用在所述定位设备与所述地震传感器之间的一个空气传播声波信号来确定在所述地震传感器与所述定位设备之间的距离。

42. 如权利要求 41 的一个装置, 其中所述空气传播声波信号是被在所述定位设备上的一个扬声器所产生的, 并且可以被在所述地震传感器上的一个麦克风所接收。

43. 如权利要求 42 的一个装置, 其中被在所述地震传感器上的所述麦克风所接收的所述空气传播声波信号被使用一个模拟到数字转换器从模拟格式转换为数字格式, 这个模拟到数字转换器也将所述地震传感器所接收的地震信号从模拟转换为数字格式。

44. 如权利要求 42 或者 43 的一个装置, 其中被在所述地震传感器上的所述麦克风所接收的所述空气传播声波信号被使用一个电缆传送出去, 其中这个电缆也可以被用于传送所述地震传感器所接收的地震数据。

45. 如权利要求 41 到 44 中任何一个的一个装置, 其中所述空气传播声波信号是一个扩频声波信号。

46. 如权利要求 41 到 45 中任何一个的一个装置, 其中所述空气传播声波信号是一个脉冲, 频率扫描, 或者被进行数字编码的扫描声波信号。

47. 如权利要求 41 到 46 中任何一个的一个装置, 其中所述空气传播声波信号是被信号发生电路所产生的, 并且这个信号发生电路也能够被用于测试所述地震传感器。

48. 如权利要求 41 到 47 中任何一个的一个装置, 进一步包括用于测量靠近所述地震传感器或者所述定位设备的空气温度的一个温度传感器。

49. 如权利要求 41 到 48 中任何一个的一个装置, 进一步包括一



个测量标记，并且其中所述定位设备被放置在靠近所述测量标记的附近。

50. 如权利要求 41 到 49 中任何一个的一个装置，其中所述定位设备是一第一定位设备，并且包括一第二定位设备和装置，这个装置用于使用在所述第二定位设备与所述地震传感器之间传播的一个空气声波信号来确定在所述第二定位设备与所述地震传感器之间的距离。

51. 如权利要求 50 的一个装置，进一步包括用于确定在所述第一定位设备与所述第二定位设备之间的距离的装置。

52. 如权利要求 51 的一个装置，其中用于确定在所述第一定位设备与所述第二定位设备之间的距离的所述装置使用了在所述第一定位设备与所述第二定位设备之间的一个空气传播声波信号。

53. 如权利要求 50 到 52 中任何一个的一个装置，其中所述第一定位设备与所述第二定位设备被一个电缆连接。

54. 如权利要求 50 到 53 中任何一个的一个装置，其中所述第二定位设备是被放置在相对所述第一定位设备的一预定角度方向上的。

55. 如权利要求 50 到 54 中任何一个的一个装置，进一步包括用于证实所述第二定位设备已经被放置在相对所述第一定位设备的一预定角度方向上的装置。

56. 如权利要求 50 到 55 中任何一个的一个装置，其中一个地震源信号被用于解决这个线对称性而产生的混淆问题，当确定所述地震传感器相对于所述第一定位设备与所述第二定位设备的位置时。

57. 如权利要求 41 到 56 中任何一个的一个装置，其中所述地震传感器是一第一地震传感器，并且进一步包括附加的地震传感器和装置，这个装置用于使用在所述定位设备与所述附加地震传感器之间的空气传播声波信号来确定在所述附加地震传感器与所述定位设备之间的距离。

58. 如权利要求 57 的一个装置，进一步包括用于计算所述第一地震传感器与所述附加地震传感器的组重心的装置。

59. 如权利要求 57 的一个装置，进一步包括用于确定所述第一地

震传感器和所述附加的地震传感器是否已经被按照一规定顺序放置的装置。

60. 如权利要求 41 到 59 中任何一个的一个装置，其中所述地震传感器和所述定位设备位于一第一地震台，并且进一步包括位于一第二地震台处的一个附加定位设备和用于确定在位于所述第一地震台处的一个设备与位于所述第二地震台处的一个设备之间的距离的装置。

61. 一个方法，用于确定适用于在一个陆地环境或者在一个过渡区域环境下采集地震数据的一个地震传感器的位置，所述方法包括步骤：

将一个定位设备放置在一个特定的位置；

将一个地震传感器放置在靠近所述定位设备的位置；和

使用在所述定位设备与所述地震传感器之间的一个空气传播声波来确定在所述地震传感器与所述定位设备之间的距离。

62. 如权利要求 61 的一个方法，其中所述空气传播声波信号是被在所述定位设备上的一个扬声器所产生的，并且可以被在所述地震传感器上的一个麦克风所接收。

63. 如权利要求 62 的一个方法，其中被在所述地震传感器上的所述麦克风所接收的所述空气传播声波信号被使用一个模拟到数字转换器从模拟格式转换为数字格式，这个模拟到数字转换器也将所述地震传感器所接收的地震信号从模拟转换为数字格式。

64. 如权利要求 62 或者权利要求 63 的一个方法，其中被在所述地震传感器上的所述麦克风所接收的所述空气传播声波信号被使用一个电缆传送出去，其中这个电缆也可以被用于传送所述地震传感器所接收的地震数据。

65. 如权利要求 61 到 64 中任何一个的一个方法，其中所述空气传播声波信号是一个扩频声波信号。

66. 如权利要求 61 到 65 中任何一个的一个方法，其中所述空气传播声波信号是一个脉冲，频率扫描，或者被进行数字编码的扫描声波信号。

67. 如权利要求 61 到 66 中任何一个的一个方法, 其中所述空气传播声波信号是被信号发生电路所产生的, 并且这个信号发生电路也能够被用于测试所述地震传感器。

68. 如权利要求 61 到 67 中任何一个的一个方法, 进一步包括用于测量靠近所述地震传感器或者所述定位设备的空气温度的一个步骤。

69. 如权利要求 61 到 68 中任何一个的一个方法, 其中所述定位设备被放置在靠近一个测量标记的附近。

70. 如权利要求 61 到 69 中任何一个的一个方法, 其中所述定位设备是一第一定位设备, 并且进一步包括步骤: 使用在一个第二定位设备与所述地震传感器之间传播的一个空气声波信号来确定在所述第二定位设备与所述地震传感器之间的距离。

71. 如权利要求 70 的一个方法, 进一步包括用于确定在所述第一定位设备与所述第二定位设备之间的距离的步骤。

72. 如权利要求 71 的一个方法, 其中用于确定在所述第一定位设备与所述第二定位设备之间的距离的所述步骤使用了在所述第一定位设备与所述第二定位设备之间的一个空气传播声波信号。

73. 如权利要求 70 到 72 中任何一个的一个方法, 其中所述第一定位设备与所述第二定位设备被一个电缆连接。

74. 如权利要求 70 到 73 中任何一个的一个方法, 其中所述第二定位设备是被放置在相对所述第一定位设备的一预定角度方向上的。

75. 如权利要求 70 到 74 中任何一个的一个方法, 进一步包括用于证实所述第二定位设备已经被放置在相对所述第一定位设备的一预定角度方向上的步骤。

76. 如权利要求 70 到 75 中任何一个的一个方法, 其中一个地震源信号被用于解决这个线对称性而产生的混淆问题, 当确定所述地震传感器相对于所述第一定位设备与所述第二定位设备的位置时。

77. 如权利要求 61 到 75 中任何一个的一个方法, 其中所述地震传感器是一第一地震传感器, 并且进一步包括附加的地震传感器和步

骤，这个步骤用于使用在所述定位设备与所述附加地震传感器之间的空气传播声波信号来确定在所述附加地震传感器与所述定位设备之间的距离。

78. 如权利要求 77 的一个方法，进一步包括用于计算所述第一地震传感器与所述附加地震传感器的组重心的装置。

79. 如权利要求 77 的一个方法，进一步包括用于确定所述第一地震传感器和所述附加的地震传感器是否已经被按照一规定顺序放置的步骤。

80. 如权利要求 61 到 79 中任何一个的一个方法，其中所述地震传感器和所述定位设备位于一第一地震台，并且进一步包括位于一第二地震台处的一个附加定位设备和用于确定在位于所述第一地震台处的一个设备与位于所述第二地震台处的一个设备之间的距离的步骤。

81. 如权利要求 61 到 80 中任何一个的一个方法，进一步包括用于记录被所述地震传感器所采集的地震数据的步骤和根据所述地震传感器与所述定位设备之间的所述距离来将传感器位置坐标分配到所述地震数据的步骤。

82. 如权利要求 61 到 81 中任何一个的一个方法，进一步包括计算实际的传感器位置坐标与规划的地震传感器位置坐标之间的一个偏差的步骤。

83. 如权利要求 82 的一个方法，进一步包括补偿在所述实际的传感器位置坐标与所述规划的地震传感器位置坐标之间的偏差的步骤。

84. 如权利要求 83 的一个方法，其中所述补偿步骤包括在数学上将组重心从一个实际的位置移动到一个规划的位置。

85. 如权利要求 84 的一个方法，其中所述补偿步骤包括旁路一个数字地滚去除过程。



## 地震数据采集方法与装置

### 本发明的背景

本发明涉及一个地震数据采集方法与装置，特别地，涉及用于一个陆地或者用于一个过渡区域环境来改善地震传感器位置判断的一个地震数据采集方法与装置，由此减少因为地震传感器位置坐标与地震数据之间的错误分配而产生的干扰噪声。

对地震数据进行收集来远程探测地球表面下的地质条件，特别地，有关碳氢化合物的储藏量，例如石油，天然气，或者煤来进行遥感。为了收集地震数据，使用了声源，例如爆炸或者振荡器来产生一个声波脉冲，这个声波脉冲通过地球表面下的地质结构进行传输。不同地质层之间的声波阻抗的改变引起这个声波能量的一部分被反射，并且返回到地球表面。这些反射信号被地震传感器所接收，并且被进行处理来产生地球表面下地质结构的图象。

在陆地上，一般用称作地震检波器的地震传感器的串来采集地震数据。地震检波器串以一个给定的形状被放置在一特定区域。这个图案形状可以是线形的，或者可以是能够覆盖一个特定区域（典型的，是  $50 \times 50$  米）并且其重心位于一指定位置的一个空间图案形状。典型地，这组地震传感器被称作一个台，并且其重心被称作一个台的位置。

一个地震数据采集系统能够控制数量很多的地震台，并且能够从这些地震台采集数据。在一个 2 维（2D）的应用中，这些台被排成一条线，并且包括 1000 个台，其覆盖范围达 50 公里。在一个 3 维（3D）的应用中，典型地，这些台被安排成为几条平行线。在一个 3D 地震观测中的每一条线与一个 2D 应用中的线类似，其中一个典型的线的长度可能为 5 公里，并且可能包括 100 数量级左右的台。例如，在一个 3D 测量中，在任何给定时刻均可能有 5 到 20 条线是处于激活状态的，并且典型地，它们将被连接到一单组地震数据记录设备。一个 3D



测量中的相邻线之间的距离将有 300 到 1000 米，例如。

在任何时刻，一个大的 3D 系统能够控制 3000 个或者更多的地震台。在一个地震台内部，来自每一个地震检波器的数据进行分组将对噪声，例如水平传播的波（地滚波）和随机噪声，进行衰减。随机噪声产生的原因可以包括风，雨，植物对地震检波器的摩擦，地震检波器电缆的振动，等等。噪声衰减的程度部分地取决于所使用的图案形状。来自多个地震台的数据将在后面被处理，以提供关于地球表面下地质结构的地震图象。

在一个典型的陆地地震采集过程中，首先设计一个 3D 地震测量来处理客户的地理目标，并且试图来减少对地震测量的地形限制。一般，这个 3D 地震测量计划将包括一个地震传感器位置放置方案（包括，标识所有的计划地震台位置和传感器放置位置图案）和一个地震源部署方案。

然后，一个地震测量工作人员就到达这个地震测量位置来确定地球表面上放置这个地震台的具体位置。典型地，这个地震测量工作人员将在每一个地震台的中心放置一个测量标桩（一个小的标记）。这个标桩的特征是一个唯一的标识符，一个标桩索引。然后，这个测量工作人员在这个标桩索引和这个地震台的坐标位置之间产生一个对应表。

后面，布局工作人员就试图以一个合适的图案来安装这个地震检波器串，同时在直观上确保这个图案的重心是在这个标桩上。然后，这个地震检波器串被连接到一个地震数据传送电缆的一个电缆“抽头”连接器。在大多数情形下，这个标桩索引（或者地震台参考）和关于这个地震数据传送电缆的电子地址在相同的图案中是递增的。但是，这并不总是可能的。在实际中，当这个地震台的位置坐标与这个地震数据采集系统的采集信道进行匹配时，会发生很多能够产生错误的问题。在很困难的地形中采用的复杂的图案布局设计中，某些采集信道可能不会被使用，以允许绕过障碍物。所跳过的抽头连接器的数目必须被布局工作人员正确地记录下来，并且必须被发送到记录计算机中

以使这个信息可以被用于正确地匹配地震台位置与电子信道地址之间的关系。在 3D 应用中，基于电子采集信道的线定义不总是能够代表地面上的地震线结构。实际上，一单个物理线路电缆可以被折叠来表示多个地震数据采集线。通过使用新地震数据采集系统中的复杂网络结构，各种网络层可以被用于与一给定采集信道进行物理通信：这允许布局操作具有很大的灵活性（即，一个大的轮廓）。在这些情形下，这个电子地址编码方案不表示地震线的布局设计。

如果使用了一个交叉线或者骨干电缆来将地震数据从一个地震数据电缆传送到这个记录设备，就会发生一个类似的问题。如果将这个骨干电缆连接到这个地震数据电缆的这个抽头连接器没有被正确地记录和处理，就有可能不正确地将属于使用这个地震数据电缆而记录的地震传感器所采集的地震数据的坐标位置进行移动。

传统地，使用来自这个测量组，布局组和网络定义来的信息，在中心地震记录器上执行电子地址与地震数据台参考之间的匹配。这个逻辑可以轻易地被破坏。在地震处理中，错误将产生很大的扰动，这样被处理地震数据的图象质量由此将大大降低。

从地震数据而获得的地震图象质量也受其它几何问题的影响。地震传感器组的重心应尽可能地靠近这个测量标桩；否则，地震图象将变得模糊。典型地，使用算法来处理地震数据，而这个算法依赖于关于用于获得地震数据的地震传感器坐标的准确信息。当这个实际地震传感器位置的坐标与被分配到这个地震数据的传感器位置的坐标不同时，这个处理算法就会经常不能够正确地执行所希望的数据处理操作，并且实际上，引入噪声，或者将人为的因素引入到了被处理的地震数据中。这个非最佳组的图案也将限制某些用于降低噪声的处理的性能（特别地，用于减少相关噪声，例如地滚噪声的操作）。

组的图案和组的重心并不总是在一个可接受的误差范围内，因为地震检波器的布局是基于一个地震工作人员所执行的、用视觉来判断距离和定位的。目前，没有有效的方法来对地震检波器的定位进行定位质量控制。典型地，传感器定位的误差（即，将不正确的地震传感

器位置坐标与地震数据进行相关)将在信号中产生噪声。

进行了一个理论研究，来预测在一个均匀的空间采样地震数据采集系统中，由各种扰动所产生的噪声的程度，在这个理论研究中，对地震处理前和后的扰动噪声进行了计算，其结果为如下的信噪比：

在一单个地震检波器上的 10% 幅度的扰动  $\approx 30\text{dB}$

在一单个地震检波器上的 1 毫秒静止  $\approx 20\text{dB}$

在一单个地震检波器上 0.5 米的位置差异  $\approx 40\text{dB}$

在组中心位置上 5 米的差异  $\approx 20\text{dB}$

在处理后 (DMO- 栈)，噪声电平被减少了大约 14dB，而与扰动的类型无关，这是从 20 到 60 倍的覆盖范围预期的。在处理前和处理后，扰动的数量加倍，几乎导致增加了 6dB 的扰动噪声。通过这个研究，很明显，小的位置误差将在地震数据的期望信噪比中产生很明显的扰动。当基本上没有将地震传感器的位置正确地分配给地震数据时，主要获得的就仅仅是噪声了。虽然这个研究仅仅研究了一个特定的情形，但是，它明显地显示了这些地震数据采集错误类型之间的相对重要程度。

在地震数据采集过程期间，有两个基本类型的地震传感器定位错误需要被纠正或者需要被避免。首先，需要抑制将测量信息与一个特定地震检波器串（即，这个地震数据采集系统的电子采集信道）进行错误的匹配。在本发明的方法与装置中，这是通过对关于一个特定地震数据采集信道的测量标桩信息进行远程检测而实现的。通常，在这个地震传感器采集这个地震数据前，需要执行这个类型的纠正或者交叉检查。

第二，因为每一个地震台的假定位置与实际位置之间的不正确对应例如，在地震检波器串的重心的实际位置与设计位置之间的差异，而在地震图象中产生的感应噪声，必须被减少。为了减少这些差异，本发明的方法与装置提供了一个空气传播的声波定位，来确定布局后的地震检波器的实际 2D 位置。作为一个基本的质量控制过程，在足够的定位误差允许范围外的地震检波器能够识别，并且它们的位置或



者可以被纠正，或者可以忽略来自这些传感器的数据。

一个更复杂的方法是使用足够的数学补偿方法，在数字数据组群输出期间，对组的重心进行重新定位。这样，随后的地震处理序列可以被修改或者被调节成补偿在这个组重心的计划位置与实际位置之间的偏差。噪声衰减的数字滤波和某些类型的地震处理过程取决于地震传感器组的几何结构。可以对这些处理进行合适的调节来补偿最佳或者假定位置与实际放置位置之间的偏差。例如，如果一特定组的地震检波器因为地形的限制而被放置成一串的形状，这个数字滤波器控制参数可以被修改，或者对这个组中的地震检波器所采集的地震数据来说，数字滤波过程可以被跳过。

所以，本发明的一个目的是提供一个改进的方法与装置来进行地震传感器位置的判断。

本发明的所描述实施方式的一个优点是这些地震传感器的安装误差允许范围可以比较大，可以确保更容易的布局 and 进行更快速的布局。

本发明的所描述实施方式的另一个优点是在对计划的地震传感器放置和实际地震传感器放置位置之间的任何偏差进行足够的纠正后，其数据质量可以更高。

本发明的所描述实施方式的另一个优点是不正确地将地震传感器位置坐标分配到地震数据的可能性大大降低了。

### 本发明的总结

在一个方面，本发明包括了用于采集地震数据的一个方法，这个方法被调节成可以用于一个陆地区域或者可以用于过渡区域的环境，这个方法包括在一个特定的位置放置一个位置标识符，在这个位置标识符的附近放置一个地震传感器，使用一个地震数据电缆读取这个位置标识符，记录使用这个地震数据电缆而由这个地震传感器所采集的地震数据，和根据所测量的这个位置标识符的位置坐标，将传感器位置坐标分配到这个地震数据。

在另一个方面，本发明包括了被调节成可以用于一个陆地区域或

者可以用于过渡区域的环境下采集地震数据的一个装置，这个装置包括一个位置标识符，能够被放置在这个位置标识符附近的一个地震传感器，一个地震数据电缆，用于使用这个地震数据电缆读取这个位置标识符的装置，记录使用这个地震数据电缆而由这个地震传感器所采集的地震数据的装置，和根据所测量的这个位置标识符的位置坐标，将传感器位置坐标分配到这个地震数据的装置。

在另一个方面，本发明包括了被调节成可以用于一个陆地区域或者可以用于过渡区域的环境下采集地震数据的一个装置，这个装置包括一个定位设备，能够被放置在这个定位设备附近的一个地震传感器，和用于使用在这个定位设备与这个地震传感器之间的空气声波传播来确定在这个地震传感器与这个定位设备之间的距离的装置。

在一个方面，本发明包括了用于采集地震数据的一个方法，这个方法被调节成可以用于一个陆地区域或者可以用于过渡区域的环境，这个方法包括在一个特定的位置放置一个定位设备，在这个定位设备的附近放置一个地震传感器，和使用在这个定位设备与这个地震传感器之间的空气声波传播来确定在这个地震传感器与这个定位设备之间的距离。

下面，仅通过示例，参考附图来描述本发明与它的优点。

#### 图的简单描述

图 1 是一个 3D 地震测量传感器布局方法的一部分的一个示意图；

图 2 是图 1 中区域 2-2 的一个放大的视图；

图 3 是根据本发明的一个地震数据采集设备的一个示意图；和

图 4 是根据本发明的一个地震数据采集方法一个处理流图。

图 1 显示了在一个陆地环境中，一个 3D 地震测量传感器布局方法的一部分的一个示意图。多条平行线 10 被放置在一个特定地理区域上，并且一些预计划的地震测量台位置 12 被放置，并且它们在长度方向上的间隔是固定的。应理解，图 1 仅显示了整个 3D 地震测量传感器布局方法的一部分。如上面所讨论的，在一个典型的 3D 地震测量



中的每一条线的长度可能是 5 公里，并且可以包括 100 个地震台。在一个典型的 3D 地震测量中可以有 5 到 20 条激活的线，并且这些线之间的间隔距离可以在 300 到 1000 米左右的数量级。

在这个地震数据采集过程的第一阶段，产生一个布局计划，来确定线 10 应该被放置在地球表面上的哪一个位置，以获得关于感兴趣的地球表面区域的一个“最佳”（在某个地理意义上）的地震图象。在这个第一阶段，所需要的线间隔距离（即，在相邻线 10 之间的间隔距离）和所需要地震台间隔距离（即，在一个特定线 10 上的相邻地震测量台位置 12 之间的距离）将被选择，它允许所采集的地震数据能够具有执行所希望的地理分析所需要的空间分辨率/图象质量。

在这个地震数据采集过程中的第二阶段，一个测量组的工作人员已经将测量标桩 14 放置在尽可能靠近所希望地震台位置 12 的位置（根据现场条件和测量设备的精度）。在很多情形下，一个测量标桩 14 可以被放置在或者靠近被设计成用于放置地震测量台位置 12 的确切点，但是在某些情形下，这个测量标桩 14 将偏离所希望的位置，典型地，是因为地形的因素，例如图 1 中的一个湖 16。在一个地震测量中，其它类型的障碍物需要被绕过去，包括建筑物，栅栏，岩石露出地面的部分，树木，等等。

在第三阶段，地震数据电缆 18 被一个传感器布局工作人员沿线 10 进行排列。一个高速骨干电缆 19（也被称作一个交叉线电缆）被连接到一个记录车 20，并且被连接到每一个地震数据电缆 18，典型地，是使用连接到骨干电缆抽头连接器 21 上的主路由器单元来实现的。骨干电缆 19 被用于将地震数据从地震数据电缆 18 传送到记录车 20。然后，一串地震检波器（图 1 中没有显示）被传感器布局工作人员放置在围绕测量标桩 14 附近的位置，并且在电缆抽头连接器 22 处被连接到地震数据电缆 18。当一个地震源被激发时，在记录车 20 内部的设备记录下数字化的地震检波器的输出数据。这个地震检波器输出包括被用于产生地球表面下的地震图象的地震数据。因为这个湖 16 和在地震数据电缆 18 上电缆抽头连接器 22 之间的固定的距离，一个电缆抽头连

接器没有被使用，并且这在图 1 中被表示为被旁路的电缆抽头连接器 24。

图 2 显示了图 1 中的区域 2-2 的一个放大视图。图 2 显示了线 10 上一对预规划的地震测量台位置 12 和它们相关的测量标桩 14。下面的测量标桩 14 已经被放置在所希望的地震台位置 12，而上面的测量标桩 14 被放置偏离所希望地震台位置 12 的一个位置，这是因为存在一个湖 16，而不接近这个规划的地震台位置。一般，一个地震数据电缆 18 已经被沿线 10 进行位置，并且电缆抽头连接器 22 已经被放置在靠近测量标桩 14 的位置。地震检波器串中的每一个地震检波器串包括 5 个互联的地震检波器 26，它们被放置在靠近测量标桩 14 附近的位置，并且在电缆抽头连接器 22 处被连接到地震数据电缆 18。地震检波器 26 的输出（即，地震传感器所采集的地震数据）通过地震数据电缆 18 被传送到记录车 20，在记录车 20 中，可能被在车内进行预处理也可能不进行预处理的地震数据被如上面所讨论的记录。

靠近下面这个测量标桩 14 的地震检波器 26 已经被按称作一个“X”或者交叉图案而放置。在一个典型的地震测量中，当开发一个计划的地震传感器布局方案时，就选择一个特定希望的地震检波器台布局图案。但是，在某些测量标桩，不可能正确地复制这个所希望的放置图案，通常是因为地形条件的限制。在图 2 的上面一个测量标桩 14 上，因为存在湖 16，所以最上的一个地震检波器 26 和最左的一个地震检波器 26 不能够被放置在所希望的位置。

在传统的地震数据采集系统中，这些地震检波器被用实线连接在一起，并且仅地震检波器串的累加组合值被沿地震数据电缆 18 传送。新一代的地震采集系统将对每一个传感器的输出进行独立的量化。这些类型传感器的一个可能设计方案被描述在 1998 年 3 月 26 日出版的、其国际专利号为 WO 98/12577 的一个共同转让的 PCT 国际专利申请。优选地，这些类型的数字传感器被安排到一个数字网络中。

在一个可能的系统设计方案中，传感器通过一个数字抽头连接器与一个线路盒进行通信，这个数字抽头连接器用于对数字传感器进行

功率分配，并且用于对到这个线路盒的传感器数据进行路由。使用这个类型的设计，地震检波器可以被组合成一个传感器串，与一个传统的系统类似。但是，在数字传感器串中的信息是数字信息，而不是模拟信息，并且每一个数字传感器的输出可以被进行处理或者被记录（不是被立即与来自这个串中的其它地震检波器的所有输出全加在一起来产生一个累加的总值）。

使用这个类型的系统，在这个数字抽头连接器上或者靠近数字地震检波器串的连接器的位置可以增加附加的功能，以允许改进地震传感器定位的判断。定位部件可以允许确定在地震检波器串与测量标桩之间的相对映射关系，并且允许对在相邻地震台之间的距离进行证实。其它定位部件可以允许确定数字地震检波器与测量标桩和这个线之间的相对 2D 位置。这些定位部件也在内部保存测量信息（即，3D 位置和测量标桩参考信息）。测量工作人员可以在初始测量操作期间直接执行对这个测量信息的保存，或者可以由一个集成的、基于卫星的全球定位系统单元来执行对这个测量信息的保存。然后，对这个信息的读取可以由主控制计算机，在地震数据采集前，期间，或者后面来执行。（或者在地震数据采集过程期间的任何时刻）。

图 3 以示意图的方式显示了这个类型的地震数据采集系统的一部分。图中显示了线 10 上的一个预规划的地震测量台位置 12，并且其上带有一个测量标桩 14。一般，一个地震数据电缆 18 已经被沿线 10 进行放置，并且一个电缆抽头连接器 22 靠近这个测量标桩 14。包括 5 个互联的单地震传感器（优选是数字地震检波器 26）的一个地震检波器串，被放置在靠近这个测量标桩 14 附近的位置，并且在电缆抽头连接器 22 处被连接到这个地震数据电缆 18。来自地震检波器 26 的输出通过地震数据电缆 18 被传送到记录车 20 中的设备。

在本发明的方法与装置的这个实施方式中，用于对地震传感器位置进行定位的基本部件被称作一个定位节点，PNODE 28，一个主声波收发器，MAT 30，一第二声波收发器，SAT 32，和一个测量标桩电子标记 34。如下面将更详细讨论的，这些部件可以被紧凑地集成在



上面所讨论的这类数字地震检波器系统技术中，它可以大大降低成本，并且改善本发明方法与装置的商业生命力。

这些部件和其相关的使用方法已经被具体地调节成可以用于一个陆地或者过渡区域的环境。这可以与一个传统的海洋地震采集环境相比，在传统的海洋地震采集环境中，这些地震传感器被放置在由一个地震测量船所拖拉的浮缆中。在一个海洋环境下，地震传感器的位置可以被逆流，波浪，和其它瞬间的、可以促使传感器相对测量船的位置发生快速的并且通常是很大变化的力的影响。在一个陆地或者过渡区域环境下，但是，基本上不会有地震传感器的位置发生移动的现象出现。在一个过渡区域（浅水海洋）环境下的任何可检测的传感器的位置移动的幅度经常是比较小的，并且经常是在一个相对较长的时间内发生。

在本发明方法与装置的这个实施方式中，PNode 28 包括驱动地震检波器相对位置判断过程的电子部件。MAT 30 和 SAT 32 包括使用一个大的扬声器来产生空气传播的声波信号的声波发送器，由此用作定位设备。MAT 30 也包括一个麦克风和连接到外部设备，例如测量标桩电子标记 34，的一个连接器，如下面所讨论的，它可能包括连接到这个测量标桩的电阻和/或者电容。使用这个新类型的地震数据采集系统，PNode 28 和数字地震检波器 26 可以是传感器网络中的数字节点。MAT 30 和 SAT 32 典型地被一个独立的电缆连接到 PNode 28，尽管在本发明的另一个实施方式中，PNode 28 与 MAT 30 被集成到一个单个硬件中。

典型地，PNode 28 是包括低功耗电子电路的一个小盒。它的一个基本功能是通过对标记值的判断来识别这个测量标桩电子标记 34。下面描述这个标记的物理描述和确定这个标记值的过程。PNode 28 的一个第二个功能是控制在 MAT 30 和/或者 SAT 32 与这个系统的其它部件，例如数字地震传感器，地震检波器 26 之间的相对距离测量。因为这个目的，PNode 28 产生驱动 MAT 30 和/或者 SAT 32 的电子信号，MAT 30 和/或者 SAT 32 将这个电子信号转换为一个空气传播的

声波信号。替代地，这个电子信号和这个声波信号可以是脉冲的，频率扫描的，或者数字编码的扫描波形信号。

在地震检波器 26 上，由连接到每一个传感器的麦克风来检测这些通过空气而传播的声波信号。优选地，每一个地震检波器 26 的麦克风被连接到用于对地震传感器输出进行量化（即，产生数字的地震数据）的相同的模拟到数字转换电路，并且这个系统使用这个相同的电路来将 MAT 30 和 SAT 32 所产生的、被接收的空气传播声波信号转换为数字格式。为了进行正确的功能操作，地震检波器 26 和其相关的麦克风必须被放置在靠近 MAT 30 和 SAT 32 的位置。但是，这些部件的放置位置靠近的程度部分地取决于麦克风的灵敏度，空气传播声波信号的幅度，和这个区域内的背景噪声电平。连接到地震检波器 26 的麦克风所接收的声波信号被使用一个复用技术通过相同的电缆从地震检波器传送到 PNODE 28，这个相同的电缆是被用于将地震数据从地震检波器传送到 PNODE 28 的。

PNODE 28 也允许使用声波距离测量的概念来确定 MAT 30 和 SAT 32 之间的距离。为了实现这个目的，或者是 MAT 30 或者是 SAT 32 需要被配备一个麦克风来接收其它的部件所产生的声波信号。

在这个优选实施方式中，MAT 30 包括下面的部件：一个扬声器，一个麦克风，和用于测量标桩电子标记 34 的一个终端连接器。典型地，在 MAT 30 中没有电子电路。MAT 30 中的这个扬声器允许它能够产生声波信号，来执行对在 MAT 30 与这个地震数据采集相同中其它部件之间的距离的测量。典型地，这个扬声器的驱动功率是 1 或者 2 瓦（电气），其频率范围在 50 到 2000 赫兹。优选地，让 MAT 30 和 SAT 32 产生一个低频率的、频谱较宽的声波信号，因为这类信号是无方向的。这很重要，因为 MAT 和 SAT 将不会对准任何单个地震检波器 26。另外，这个信号受环境噪声的影响也将比较小。MAT 30 的体积相对较小，例如，其直径大约在 5 厘米左右。MAT 30 将通过一个连接器而被连接到测量标桩电子标记 34：优选地，标桩值检测的原理不应受这个设备上的水膜的影响。MAT 30 将这个电子模拟信号从这个测量



标桩电子标记 34 传送到 PNODE 28。PNODE 28 用于产生 MAT 30 和 SAT 32 所产生的空气传播声波信号。电子电路优选地是 PNODE 用于对地震检波器 26 的电阻与电容进行现场测试的相同信号发生电子电路。为了增加 PNODE 28 中信号发生电子电路的输出，可能需要一个附加的放大器，来允许它正确地驱动 MAT 30 与 SAT 32 上的扬声器。

典型地，MAT 30 配备了用于进行距离测量的一个麦克风。后面将描述这个距离测量的原理。这个麦克风基本上被用于测量在相同地震台内 MAT 30 和 SAT 32 之间的距离，并且这个 SAT 产生空气传播的声波信号。这个麦克风也可以被用于检测从其它地震检波器组的 MAT 和 SAT 来的信号，以确保可以对地震检波器组之间的距离进行测量，或者确定一个组内 MAT 30 和 SAT 32 相对其它组的位置。典型地，MAT 30 物理上被密封在一个小的塑料盒内。一层薄膜，例如钛膜，可以被放置在这个扬声器与这个麦克风的前面。这个薄膜允许对声波信号的传送，而同时也允许对水进行密封。这些电缆也典型地被密封在这个盒内。

第二个声波换能器 (SAT 32) 物理上被放置在与 MAT 30 相同类型的盒内，但是典型的，它仅配备了扬声器部件。

MAT 30 和 SAT 32 可以被包括在用一个连接器而终接的一短独立串内，这个连接器被设计成用于连接到 PNODE 28 中。这个应用所使用的电缆可以是非常轻的，并且例如可以包括小线径的多对线。典型地，MAT 30 和 SAT 32 仅将低频模拟信号传送到 PNODE 28，在 PNODE 28 中，这些信号被量化。

用于使用电子的方法来读取测量标桩电子标记 34，这个位置标识符，的一个优选方法是确定连接到这个测量标桩 14 上的一个电子部件或者多个部件的阻抗。例如，这个测量标桩 14 包括带一个标记的一个小圆棍。例如，这些测量标桩 14 可以被带有两个电子部件，或者是电阻，或者是电容，它们被用线连接并且由此用作测量标桩电子标记 34。

PNODE 28 可以使用众所周知的、用于测量地震检波器的电阻和电容的技术来测量这些部件的电阻和/或者电容值。这个相同的电子电

路可以被用于确定这个测量标桩电子标记 34 的电阻值或者电容值。例如，每一个电子标记部件可以有 20 个不同的离散值。如果在每一个测量标桩 14 处使用了两个不同的部件，这两个部件的组合能够允许这个记录设备识别 400 出标桩的不同组合。为了将测量标桩电子标记 34 的值（它可以从 1 变化到 400）与特定的地震台号码进行对应，典型地，必须准备一个对应表。典型的，测量标桩 14 被以一个固定的方式直观地用这个“电子标记”号码进行标记。这个测量标桩电子标记 34 是允许使用地震数据电缆 18 来读取这个电子标记值的一个位置识别设备，并且它允许根据测量组工作人员产生的、将电子标记值与被连接的测量标桩 14 的测量位置坐标进行相关的对应表，来将地震传感器位置坐标分配到这个地震传感器 26 所采集的地震数据。

物理上，在测量标桩上使用一个电容在理论上是一个最佳的选择，因为 PNODE 28 被设计成能够确定一给定频率下的复阻抗值，并且自然界的物体的电容值一般不大。通过在两个不同频率下进行测试，方程可以被用于确定在连接器上的水的电容值或者电阻值。在一个实施方式中，这个电容是这个测量标桩的部件，而并联电阻是这个连接器上的水膜的作用。在一个更简单的设计中，在这个测量标桩上可以使用两个电阻。在这个情形下，这些电阻值的范围将这样被选择，以使当有一个水的薄膜出现在将这个测量标桩电子标记 34 连接到 MAT 30 的连接器上时不会产生混淆。连接到这个测量标桩 14 的这两个电子部件（即，这个测量标桩电子标记 34）可以被用线连接到 PNODE 28。优选地，这些线应尽可能地短（不超过 50 厘米），以使 MAT 30 仅能够被放置在离这个测量标桩 14 短的距离内。这可以确保能够使用这个测量标桩作为一个位置参考，通过声波定位技术，对地震传感器，地震检波器 26 进行更准确的定位。

在优选的实施方式中，数字地震检波器 26 配备有用于接收信号的麦克风，而 MAT 30 和 SAT 32 配备有用于产生空气传播的声波信号的扬声器。当然，也可以在每一个地震检波器 26 上产生空气传播的声波信号，并且使用 MAT 30 和 SAT 32 来在地震检波器接收这个空气

传播的声波信号。从声波的传播时间乘以一个计算的声波传播速度，可以估计在一个声波发送器（一个扬声器）与一个接收器（一个麦克风）之间的距离。

$$\text{距离} = \text{速度}_{\text{声波}} \times \text{时间}_{\text{传播}}$$

$$\text{其中速度}_{\text{声波}} = y \times R \times T$$

$y$  = 空气的绝热膨胀吸收

$R$  = 理想气体常数

$T$  = 以开尔文来计算的温度值

为了进行准确的测量，需要测量空气的温度。这可以在每一个地震检波器与每一个声波收发器上进行。风的速度也可以改变声波的传播速度。但是，典型地，到达这个接收器的声波是尽可能靠近地面来传播的，并且在某个程度上是不受风影响的。

这个空气传播的信号可以是一个脉冲信号，一个扫描信号或者一个扩频信号。扫描信号减少了测量所需要的瞬时功率值，并且增加了信噪比。在接收这个信号后，必须进行相关来确定到达时间。在优选的设计中，驱动这个声波定位系统的电子电路（发送与接收）与在传统的地震数据采集系统中所使用的电子电路相同。例如，通常用于地震检波器测试的测试信号可以被用于驱动这个源。可以使用一个特殊的适配放大器来驱动这个音频扬声器。这个麦克风将被复用到这个特定传感器的地震信道上。

在使用突发信号概念的设计中，电气能量可以被保存在一个电容中，然后，可以被突然放电到音频扬声器中。这个原理经常被用于基于压电振荡器的高频“脉冲-回波”类型的检测器中，并且在电路上是简单的。使用这个类型的应用，可以产生多个突发信号来在叠加后增加信噪比。

通常，空气传播的声波信号将在同一时刻被相同组内的所有地震检波器 26（即，相同地震台内的地震检波器 26）所采集，并且在相同的时刻来执行在相同组内的所有距离测量。这可以是通用的，并且可以在相同的时刻对所有组进行距离测量，因为一个组不会对另一个组



产生干扰：从另一个源来的信号将在所感兴趣的源的信号的后面到达（因为距离更长）。不同的扫描信号可以被用于确保不会产生相关错误。

在中央系统中，也可以执行这个相关过程（如果使用了一个扫描信号）和第一到达检测。典型地，测量在地震检波器 26 和具有连接到一个模拟到数字转换器的一个简单电子探针的声波源（MAT 30 和 SAT 32）上的温度。这个温度测量被传送到这个中央系统，其中在中央系统对温度进行纠正。

这个系统基本上是被设计成确定一组地震传感器内的距离测量，并且特别地可以用于对每一个地震传感器的距离分别进行测量的情形。在这个情形下，地震检波器的距离比较小（经常离测量标桩 14 的距离不超过 5 到 10 米）。典型的，在扫描方法中所使用的频率范围为从 50 赫兹到 2000 赫兹，以使一个小尺寸的扬声器不具有方向性：声波的能量与角度和方向无关。典型的准确度是测量距离的 1% 或者 2%。这包括温度纠正的影响，风的影响，散射和其它噪声的影响。在正常的噪声情形下，其输入功率为 1 瓦的一个期望最大范围是至少为 10 米（使用一个最佳编码方法）。

如果地震检波器 26 被放置在一条线上，即沿线 10，则可以使用一单个声波源来对地震检波器的相对位置进行定位。如果地震检波器 26 被放置在一个地区内，优选地，使用两个声波源。每组使用两个发送器（MAT 30 与 SAT 32），这个组中的每一个地震检波器 26 的相对位置可以通过三角测量方法来确定。在这个优选实施方式中，这个距离可以使用声波方法来确定，因为 MAT 30 配备了一个麦克风：它可以接收到 SAT 32 所产生的信号。

但是，地震检波器 26 的位置的确定精度仅需要达到一定程度就可以了（即，在一特定的非确定性区域内）。这个非确定性的区域的大小与形状取决于地震检波器 26 相对于源（MAT 30 和 SAT 32）的相对位置。当使用两个源来对地震检波器进行三角测量时，可以确定几何 2D 的位置，而不需要一个绝对的角度参考。为了获得一个绝对的角度

参考, SAT 32 相对 MAT 30 的放置角度必须已知。这可以通过将 SAT 32 与 MAT 30 (它靠近测量标桩 14) 放置在同一条线上来实现。在同一条线上的角度可以通过用视觉来将其与下组的测量标桩 14 对准就可以实现 (以一个预定义的方向; 或者朝组号码增加的方向, 或者朝组号码减少的方向)。另一个获得这个绝对角度参考的方法是总是将 SAT 32 放置在相对 MAT 30 的一个预定角度方向的位置, 例如北面。SAT 32 的正确的角度对准定位可以留在后面, 直到布局工作人员或者测量工作人员可以将一第二标桩 36 放置在相对于这个测量标桩 14 的正确的角度方向上, 并且布局工作人员可以将 SAT 32 放置在靠近这第二标桩的位置。

如果下面的信息是已知的: 1) MAT 30 的位置, 2) 从 MAT 30 和 SAT 32 到一个特定地震检波器 26 的距离, 3) 从 SAT 到 MAT 之间的距离, 和 4) SAT 相对于 MAT 的角度方向, 然后, 地震检波器 26 就仅有两个可能的位置 (在通过这个 MAT 和 SAT 的线的两侧)。这“两个可能的位置”问题仅需要在 3D 地震应用中来解决。

有几个可能的方法来解决这两个可能的位置问题, 以确定地震检波器 26 的真正位置。一第三个声波源 (其位置已知, 并且与 MAT 30 和 SAT 32 不在一条线上) 可以被使用, 例如。当一个相邻地震台的 MAT 30 和 SAT 32 与这个当前地震台的 MAT 30 和 SAT 32 不在同一条线上时, 可以使用相邻地震台中的这些设备中的一个作为一第三个声波源。

另一个获得相同结果的方法是使用这个地震源信号来解决这个问题。在 3D 地震数据采集中, 这个地震源将围绕这个地震数据采集系统而移动, 以使这个源的角度 (对一给定地震检波器组来说) 将在整个范围内变化。这个角度将被这个采集计算机已知, 因为这个源位置是用于控制地震数据质量的主要参数之一。当这个源角度偏离线 10 时, 地震源所产生的表面波将被用于确定这个组相对这条线的正确方向: 这允许声波定位的线对称问题可以被解决。可以从每一个组的数字地震检波器 26 的第一突变拾取点来确定这个传感器的结构。这是切



实可行的，因为每一个传感器的数据是分别获得的。换句话说，最靠近这个源的传感器将首先检测这个表面的突变，当与一个更远的传感器相比时。但是，应记住，这可能会被复杂的静力所干扰。

下面将更详细地描述使用这个定位系统部件的方法。如图 4 所显示的，一第一步骤是产生布局计划步骤 38。在这个步骤中，开发一个地震数据采集计划，它将实现客户的地理目的（即，将获得这个待开发的区域内的地球表面下地质结构的定向的地震图象），并且将试图使地形对现场工作人员的限制达到最小。下一个步骤，即执行测量安装测量标桩步骤 40，包括一个测量工作人员访问这个位置，进行位置测量，并且安装标记所希望的地震台位置位于地球表面上哪一个位置的测量标桩。

使用上面所描述的本发明系统的实施方式，这个测量标桩 14 将具有一个连接到其上的测量标桩电子标记 34。不需要以电子标记值的一个增加的顺序来布局设计这些标桩。实际上，一个测量工作人员所处理的一给定标桩组可以包括具有相同电子标记值的几个标桩：在交叉检查过程期间产生混淆的危险是非常小的，因为标记值的数目非常大。在被放置的标桩上，他典型地按照增加的顺序写上一个递增的标桩号码。最后，他在其测量表中输入下面的值：这个标桩号码，真正测量的标桩坐标，和这个标桩电子标记值。

这个测量工作人员也安装第二标桩 36，以作为第二定位源（SAT 32）的一个定位参考。典型地，这个标桩没有参考值，并且可以在一给定角度上（一个罗盘可能被用于来确定这个角度，因为精度为 5 度就已经足够了）可以偏离主标桩达大约 2 米。可以使用 0.5 米的精度来估计这个距离：它对这个定位过程没有任何影响，因为将使用声波定位来确定在 MAT 30 和 SAT 32 之间的距离。

在放置传感器的步骤 42 中，传感器布局工作人员安装这个地震数据采集系统中的其它部件，包括被以一给定阵列围绕这个测量标桩 14 而放置的数字地震检波器 26，和其它定位设备（PNODE 28，MAT 30，SAT 32）。从测量标桩电子标记 34 来的线被连接到这个主声波换能器

(MAT 30): 因为这些线比较短, MAT 30 需要被放置在靠近这个测量标桩 14 的附近的位置。第二源 (SAT 32) 需要被放置在靠近第二标桩 36 的位置, 或者被放置在相对 MAT 30 为一给定角度的方向上, 如上面所描述的。

当所有的地震数据采集硬件已经被放置好, 并且被连接到中央系统时, 就可以开始广泛的控制和数据采集过程。典型的, 这是在确定实际位置步骤 44 中完成的。在这个中央系统内部, 抽头网络 (或者地震检波器组) 的电子地址被使用传统的过程与标桩号码进行相关。在这个匹配过程期间, 关于非线性或者非连续性硬件分布的信息和关于网络结构的信息需要被考虑到 (跳跃间隙, 多个骨干, ... )。

在这个匹配过程被完成后, 典型的, 这个地震数据采集系统对每一个组以一个几乎同时的方式执行电子标记的检测。这个中央系统执行被检标桩记值与测量工作人员表中的期望标记值之间的比较。如果存在不同, 那么或者是测量工作人员的表出现了错误, 或者是在线路设备布局中出现了一个错误。

在完成了标桩检测和匹配控制步骤后, 可以执行每一个组内的这些地震检波器的相对定位。首先, 测量在 MAT 30 和 SAT 32 之间的距离。这里, SAT 32 发送声波, 而 MAT 30 处于接收模式 (使用其麦克风)。前面已经描述了这个距离测量的过程。

第二, 对 MAT 30 与这个组中的每一个地震检波器之间的距离进行测量。为了顺序这个目的, MAT 30 正在发送声波, 而所有数字地震检波器 26 使用其麦克风而处于接收模式。物理上, 典型地, 所有地震检波器的采集是同时执行的: 这允许 MAT 30 仅发送一个编码信号。

第三, 测量 SAT 32 与这个组中所有地震检波器之间的距离。其执行方式与测量从 MAT 30 到每一个地震检波器之间的距离的方式相同。

最后, 通过 2D 三角测量方法来确定所有剩余的距离。典型地, X, Y 坐标被计算, 假设 X 轴被定义为通过 MAT 30 和 SAT 32 的线。这些位置坐标可以被用于质量控制。地震传感器的不正确位置可以被显

示给系统观察员，或者被用于数字组格式中。

也可以使用本发明的方法与装置来测量随后组（即，相邻测量标桩 14）内 MAT 30 和 SAT 32 之间的距离。为了实现这个目的，一个地震台的 MAT 30 发送声波，而另一个地震台内的 MAT 30 处于接收模式（使用其麦克风）。这些测量可以被用于质量控制，也可以被用于进行数字纠正。本发明的方法与装置中使用组间空气传播声波发送的另一个原因是证实在一个给定组内的 MAT 30 和 SAT 32 被以正确顺序放置。

MAT 30 和 SAT 32 也可以被用于证实地震检波器 26 的放置顺序正确（即，以预规定的顺序被放置成预规定的图案形状）。在出现错误的情形下，应对 XY 坐标来计算组的对称性。如果一个组已经被以不正确的顺序放置了，对称的 XY 坐标应被确定出来，并且被发送到数字组形成单元。实际上，这个确定典型地是在数字组形成单元内执行的。

有两个使用地震传感器定位信息的基本方法。在一个方法中，每一个地震传感器的实际位置测量被在地震数据处理过程中的每一个步骤中明显地考虑到。这经常是极消耗计算机资源的（并且是禁止的）。

另一个方法利用了这样一个事实，在一个地震测量的大多数地震台中，地震检波器将被放置在它们预计划的位置，并且根据这些预计划的位置已经建立了一个处理序列。一个有效地处理在这些情形下获得的地震数据的方法是将这些地震传感器的实际位置与它们的规划位置进行比较。在图 4 中，这个步骤被显示为计算偏移步骤 46。如果这个位置差异在一特定阈值以下，这个地震数据就可以被按照常规来处理。如果这个位置差异超过了一个特定程度，就必须通过一个偏移补偿步骤 48 来解决这些位置差异。补偿位置差异的最简单方法是忽略（即，或者不记录，或者删除）这个位置不正确的传感器所采集的地震数据。更复杂的方法包括在数字数据组群输出期间，使用足够的算法补偿方法来重新对组的重心进行定位。例如，可以使用内插方法在数学上将组的重心从其实际位置移动到计划的位置。



很多类型的地震处理过程，例如噪声衰减的数字滤波，包括关于地震传感器组的几何结构的假设。如果这些地震传感器的实际位置与计划的位置或者假设的位置非常地不同，这些过程就不可能正确地执行它们预期的功能。例如，如果因为地形限制的原因，一个特定组的这些地震检波器被以一群的方式而放置，一个地滚去除算法就可能不能够有效地去除这个地震台上的地滚。在这个情形下，优选地，是根本不使用这个地滚去除算法来处理这个组内这些地震检波器所采集的地震数据。在某些情形下，可以使用一个分层的方法，其中用第一个方法来纠正相对较小的定位偏移误差，而使用一第二方法来纠正相对较大的位置偏移。

在本发明方法与装置的这个优选实施方式中，已经进行了很大的努力来利用已有的地震数据采集部件来执行确定这些地震传感器的位置而需要的新功能。使用这些已有部件的示例包括：使用地震检波器电阻和电容现场测试电子电路来确定测量标桩电子标记 34 的值，使用地震检波器现场测试源发生电子电路来产生空气传播的声波信号，使用用于将接收的地震信号进行量化的这个模拟到数字转换器来将所接收的空气传播声波信号转换为数字格式，通过用于传送地震数据的相同传送电缆来发送所接收的空气传播声波信号，并且当在 3D 地震应用中确定地震传感器位置时，使用这个地震源信号来解决“两个可能位置”的模糊问题。

该领域内的那些普通技术人员现在将很清楚上面所描述的设备和方法的各种替代实施方式。替代上面所描述的电阻/电容标桩部件，可以使用条形编码阅读设备来远程识别这个测量标桩。每一个标桩可以被标记上自己的条形编码：例如，一个条形编码标签可以被粘接到这个标桩上。类似地，PNode 28 可以配备一个条形编码阅读器。这个方法可以确保标桩检测器具有一个很好的编码方法。这个标记的成本很低，并且可以是防水的。在放置采集设备硬件的期间，在条形编码阅读器和条形编码标记之间的连接必须被建立（取代在上面所描述的实施方式中的直接电气连接）。



对上面所描述的电阻/电容部件的另一个替代是电感式模拟换能器。对具有一个钢线的测量标桩的简单应用来说，检测可以是基于这个线的磁特性。这个传感器可以是带一个空气隙的一个变压器：标桩的金属靠近这个空气隙。测量可以是这个基本线圈的阻抗的改变，也可以是副线圈的 RMS 信号。可以在一个频率处进行测量。为了实现这个类型的测量，电子电路通常位于 PNODE 28 中。这个传感器的尺寸可以比较小（典型地，每边仅几个厘米），并且可以被直接连接到 PNODE 28 或者 MAT 30。一般来说，这个类型的系统仅检测到一个标桩线的连接，并且典型地，标桩编码是不可能的，除非调谐或者谐振电路被注塑在这个标桩线上。

可以使用电子标记，而不是电阻/电容标桩部件。这些电子标记是包括一个存储器并且被开发成用于进行部件标记的小电子设备。这些设备中的一部分是 ROM，而其它的是 EEPROM。典型地，这些设备是防水的，其尺寸小，并且成本低。它们最普通的形式是，一个两线的连接可以被用于将这个部件连接到 PNODE。更先进的形式是，可以在一个主控制计算机和这个设备之间建立一个无线数字通信，并且允许访问存储器中的信息。这个无线通信类型的一个优点是它不需要传感器布局工作人员物理上将这个设备连接到这个地震数据采集系统的其它部件上。典型地，这些设备配备有一个集成迷你天线。这个设备内部用于激发内部电子电路的电源典型地是由天线接收信号的整流所产生的。因为电源产生的模式和遥测系统的模式，在这个控制器与这个设备之间的距离典型地被局限于一个短的距离（典型地，在 10 到 100 厘米之间）。

在一个陆地地震应用的情形下，这些设备可以被安装在这个测量标桩上。PNODE 28 可以配备足够的电子电路与天线来控制与这个设备的无线通信，并且获得这个标桩参考值。另外，这个遥测距离限制确保 PNODE 28 被放置在离这个测量标桩短的距离内：这允许确保这个声波定位参考是在合适的位置。这个数字标记在接收到 PNODE 28 的请求后，通过一个无线通信链路来以无线的方式发送其标识。典型

地，可以在 25 厘米内实现这个通信。这个标记是一个小设备（其典型的直径是 3 毫米，长度为 30 毫米），并且包括具有下述功能的电子电路：电源，存储器访问，遥测控制和天线。使用这个类型的部件，在通过地震数据电缆被发送到记录车以前，电子标记值首先通过一个无线通信链路被发送。

如果这个标记包括一个读取/写入存储器，这个位置信息也可以被这个测量工作人员直接下载到这个标桩中。然后，这个地震数据采集系统可以直接从这个测量标桩电子电路中读取这个位置信息，由此消除了产生包括标桩值和标桩位置的一个测量查询表的需要。可以通过使用基于陆地的测量设备或者基于卫星的全球定位（GPS）设备来获得这个测量位置信息。

以一个类似的方式，基于卫星的全球定位系统（GPS）设备可以类似地被直接集成到本发明的方法与装置中。使用这个实施方式，这个测量标桩电子标记 34 可以包括带一个存储器的一个 GPS 接收器，这个存储器允许测量标桩 14 的绝对位置被记录车 20 所直接读取。

该领域内的普通技术人员现在也将很清楚其它类型的放置模式。不是使用独立的测量标桩电子标记 34，PNode 28 可以包括一个类似的标识符值，并且可以被这个测量工作人员留在所希望的地震台位置 12。在这个替代的实施方式中，PNode 28 将被用于将一个特定的数据采集信道与这个设备的测量位置坐标相关的位置标识符。

本发明包括这里所公开的任何新特征，或者特征的新组合，或者是明显的，或者是不明显的。

图1  
现有技术

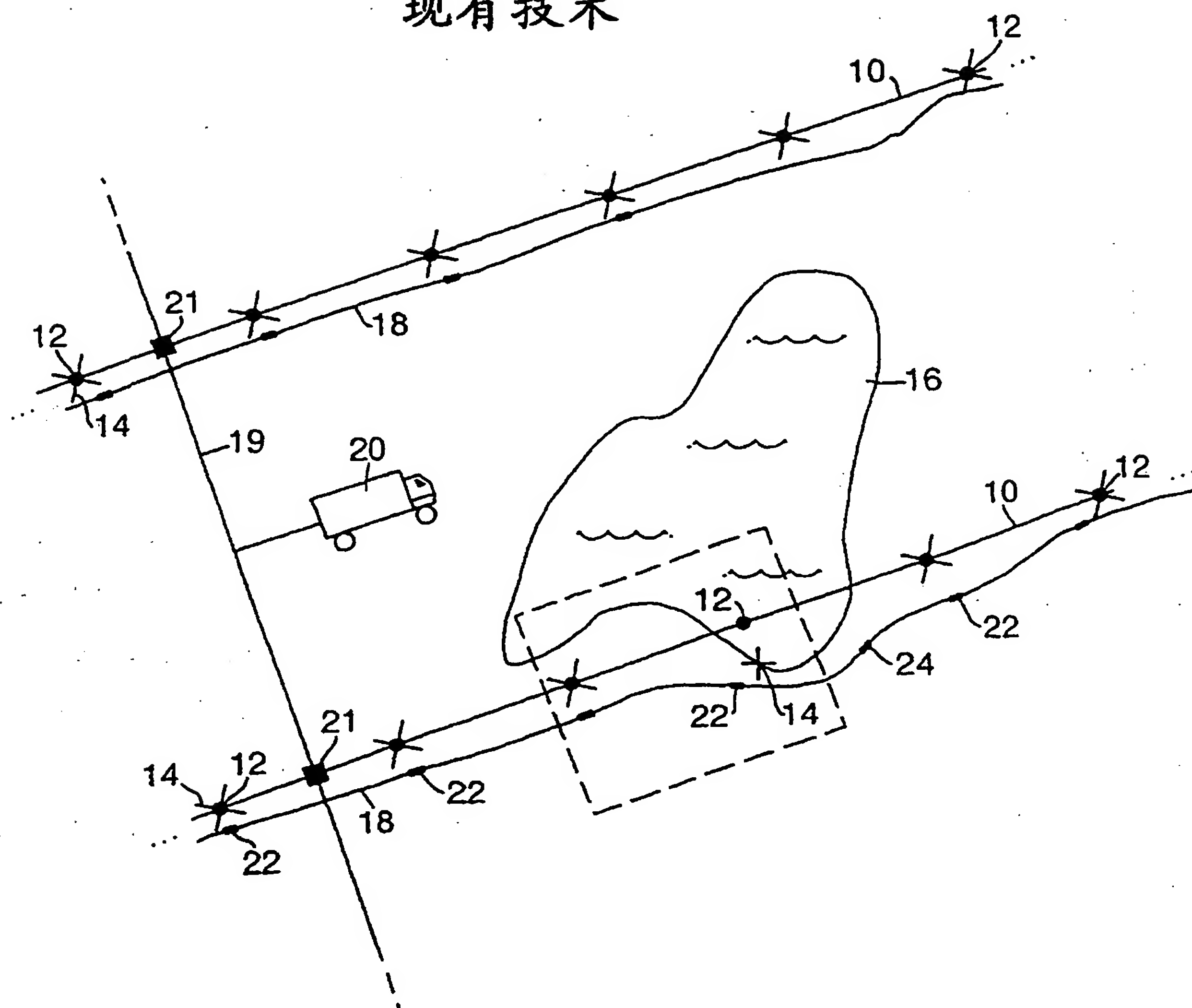


图 2

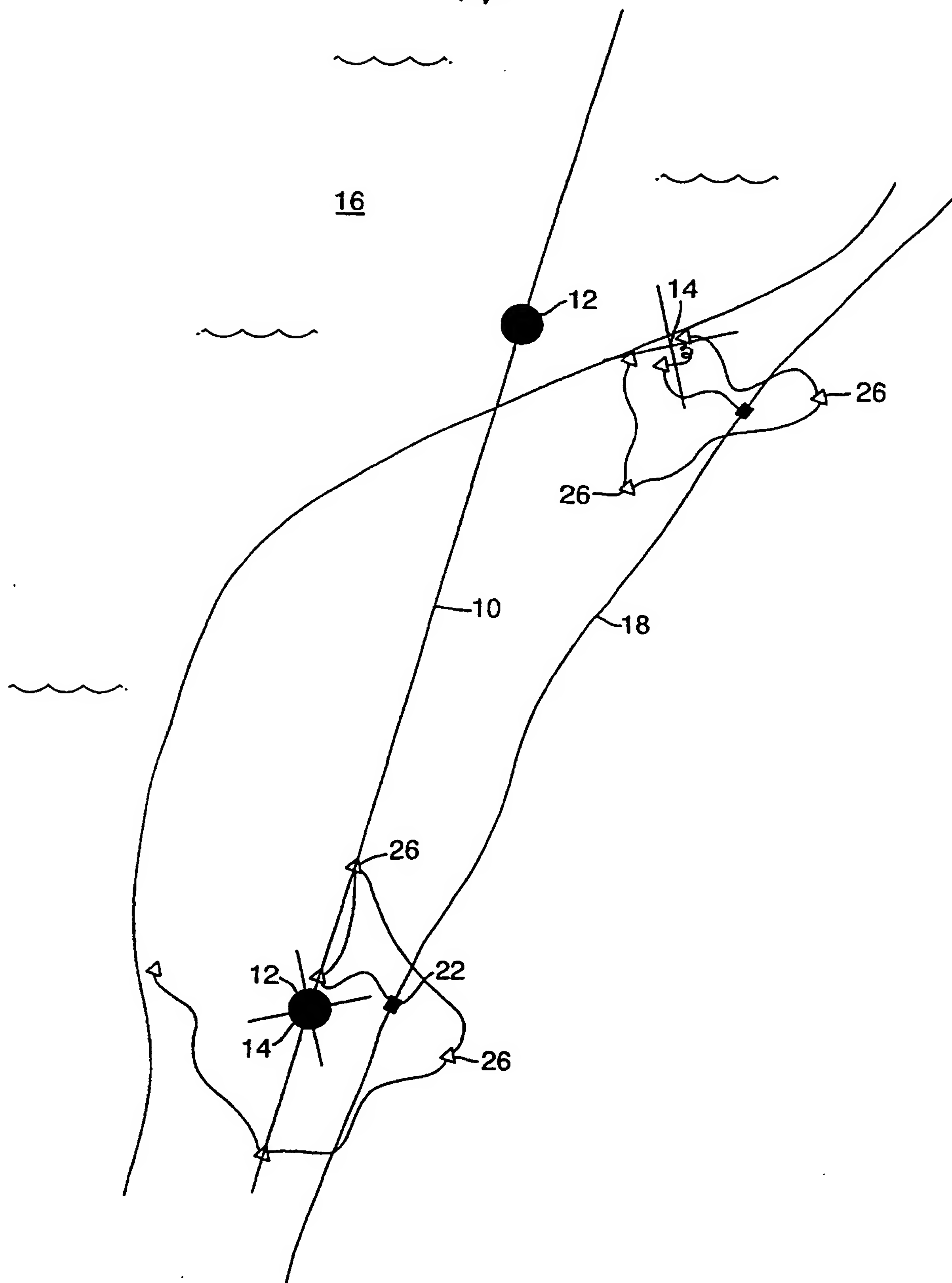




图 3

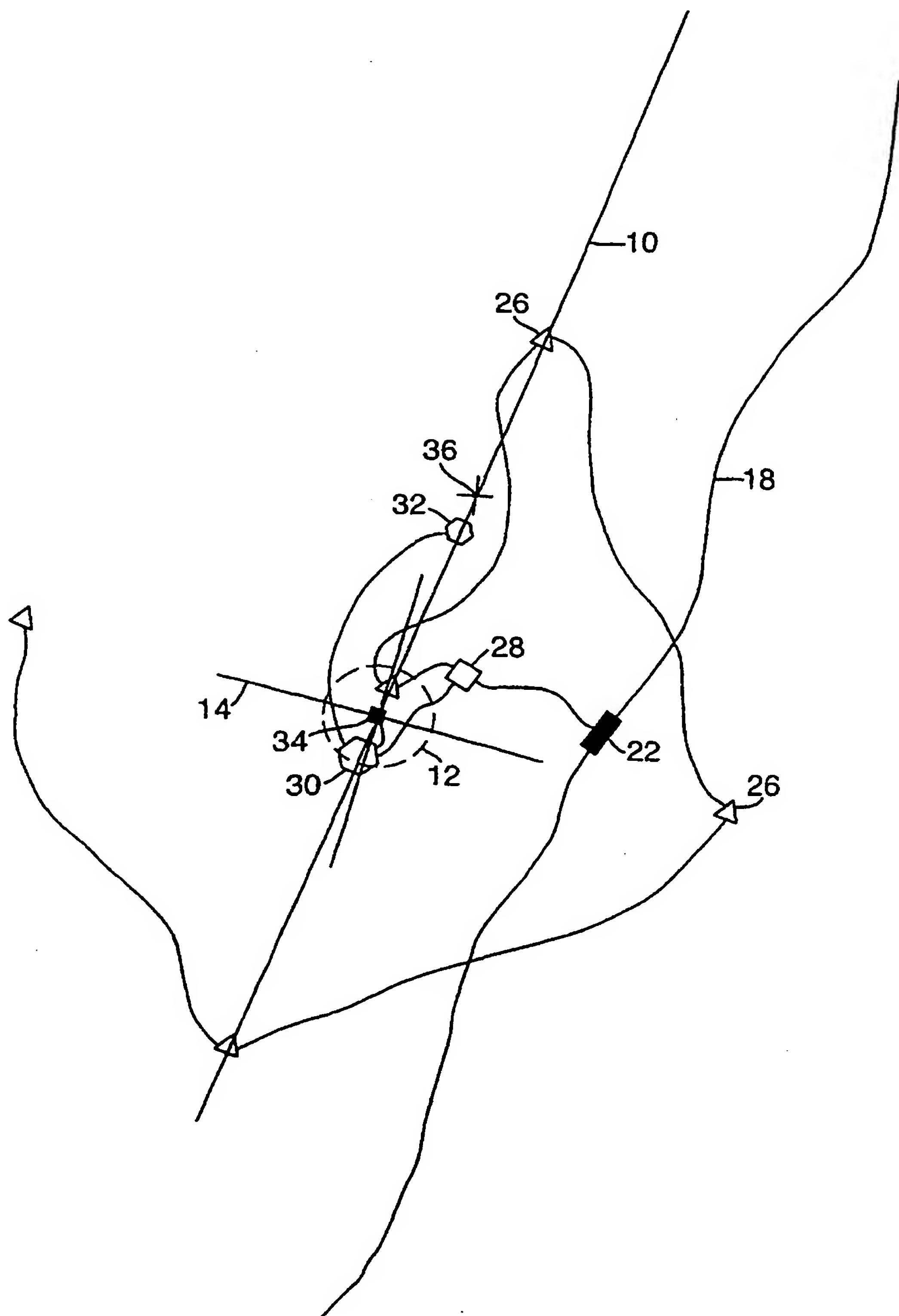


图 4

